

## Motor learning and control

### Title

Strukturelles Bewegungslernen und explorierte Aufgabenräume - Entwicklung und Erprobung einer mehrdimensionalen, seriellen Positionierungsaufgabe

### Authors/Affiliation

Balthasar Hofer<sup>1</sup>, Ernst-Joachim Hossner<sup>1</sup>, Ralf Kredel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Sportwissenschaft, Universität Bern, Bern, Schweiz

### Abstract

#### Einleitung

Strukturelles motorisches Lernen wurde bisher primär über das Studium einzelner Metaparameter untersucht. Wird der Lernprozess so gestaltet, dass die zugrundeliegende Aufgabenstruktur exploriert wird, ergeben sich daraus u.a. Vorteile im Umgang mit interferierenden Aufgaben oder beim Auffinden neuer Parameterkonfigurationen zur Lösung ähnlicher Aufgaben, die als Transfereffekte beschrieben werden (z.B. Braun, Aertsen, Wolpert & Mehring, 2009). Zur Erklärung komplexer motorischer Bewegungsaufgaben, wie sie etwa im Sport auftreten, sind Aufgabenstrukturen mit mehrdimensionalen Metaparametern notwendig. Um das Lernen solch komplexerer Aufgabenstrukturen im Laborsetting abbilden zu können, wurde eine neue Untersuchungsmethodik entwickelt, die im Rahmen der vorliegenden Studie zur Untersuchung von strukturellen Transfereffekten angewendet wurde. Konkret wurde erwartet, dass der Vernetzungsgrad zwischen zwei unabhängigen Aufgabenstrukturen durch einen variablen Lernprozess (hohe Wechselfrequenz) gesteigert wird, was sich im Vergleich zu einem geblockten Lernprozess (tiefe Wechselfrequenz) in einer höheren Transferleistung auf eine aus den beiden Aufgabenstrukturen kombinierte Struktur widerspiegeln sollte.

#### Methoden

Über 240 Übungsversuche hinweg wurde von den teilnehmenden Berner Sportstudierenden ( $n = 24$ , 50% ♀,  $M(\text{Alter}) = 22.0 \pm 1.6$  Jahre) eine computerisierte zweidimensionale Kreuz-Positionierungsaufgabe erlernt. Bewegungen des Cursor-Kreuzes wurden durch ein geschwindigkeitsbasiertes System mit 16 Eingangsdimensionen definiert, die von vier über die linken und rechten Zeige- und Ringfinger angesteuerten Kraft-Moment-Sensoren erfasst wurden. Im Detail bestand die Aufgabe darin, das Cursor-Kreuz mit einem stationären Ziel-Kreuz zu überlagern, wobei nach erfolgreicher Überlagerung in serieller Abfolge stets ein neues Ziel-Kreuz auf dem Monitor erschien. Die 16-dimensionale Aufgabenstruktur wurde für die Aneignungsphase in zwei voneinander unabhängige 8-dimensionale Aufgabenstrukturen unterteilt. In der Kontrollgruppe ( $n = 12$ , 50% ♀) wurden die beiden Aufgabenstrukturen geblockt geübt, wobei nach jeweils 60 erfolgreichen Überlagerungen die Aufgabenstruktur wechselte. Die Experimentalgruppe lernte die beiden Aufgabenstrukturen im Wechsel nach jeweils 6 erfolgreichen Überlagerungen. Im Transfertest (mit 6 Testversuchen) kam eine Kombination der beiden geübten 8-dimensionalen Aufgabenstrukturen in einer 16-dimensionalen Aufgabenstruktur zur Anwendung. Die Leistung im Transfertest wurde über die zwei Effizienzmasse *Geschwindigkeit* (Zieldistanz/Zeit) und *Pfadlänge* (Zieldistanz/Wegstrecke) quantifiziert.

#### Resultate

Im Transfertest zeigte die Experimentalgruppe signifikant bessere Leistungen sowohl für *Geschwindigkeit*,  $t(22) = 2.23$ ,  $p = .02$ , als auch für *Pfadlänge*,  $t(22) = 1.78$ ,  $p = .04$ , verbunden mit einem grossen,  $d = 0.91$ , bzw. mittleren Effekt,  $d = 0.73$  (jeweils einseitige Testung).

#### Diskussion

Die Befunde deuten darauf hin, dass sich beim Neulernen zweier unabhängiger Aufgabenstrukturen ein höherfrequenter Aufgabenwechsel in einer ausgeprägteren Vernetzung der zugrundeliegenden motorischen Kontrollstrukturen niederschlägt, welche sich empirisch in höheren Transferleistungen in der kombinierten Aufgabe zeigt. In Bezug auf die in der Sportpraxis oft zur Anwendung kommende methodische Übungsreihe würde dies bedeuten, dass einzelne funktionelle Elemente einer Bewegung zwar durchaus isoliert erworben werden können, dass dieser Erwerb im Gesamtlernprozess allerdings im häufigen Wechsel mit dem Erwerb anderer Funktionselemente stehen sollte.

## Motor learning and control

### References

Braun, D. A., Aertsen, A., Wolpert, D. M., & Mehring, C. (2009). Motor task variation induces structural learning. *Current Biology*, 19, 352-357.